

汎用プログラマブルコントローラの適用

*加藤 勝(かとう まさる)

① まえがき

機械装置の制御は、エレクトロニクス技術の進歩に合わせて、メカトロニクス化が急速に進行している。そして自動化・省力化、更にはFMS化やFA化の推進に大きく寄与している。これら機械制御のメカトロニクス化を実現している大きな要素の一つに、汎用プログラマブルコントローラ(以下、PCと略す)の活用が挙げられる。対象とする機械や設備に応じて、規模・性能・価格など種々の仕様のPCのなかから選択・適用されている。

産業界の急速なFA化の発展の例のように、総合的な自動化システムの構築を可能とする高機能なPCも多く出現している。富士電機においても機械制御に適用する汎用PCを各種用意しているが、本稿ではシステム化、将来への発展性の観点からMICREX-Fシリーズを紹介する。

② PC適用のためのキーポイント

PCはシーケンス制御の基本機能である2値論理、タイマ、カウンタ機能をはじめ、ジャンプ機能、シフトレジスタ機能を最低限備えている。ほかに数値演算機能、数値比較機能、通信機能などコンピュータ的要素を具備するとともに、プログラムのローディング方法、プログラムサポート機器、リモートI/O、メモリ容量などの組合せの自由度が増大し、制御対象・制御規模に、より適した構成が可能と

なってきた。

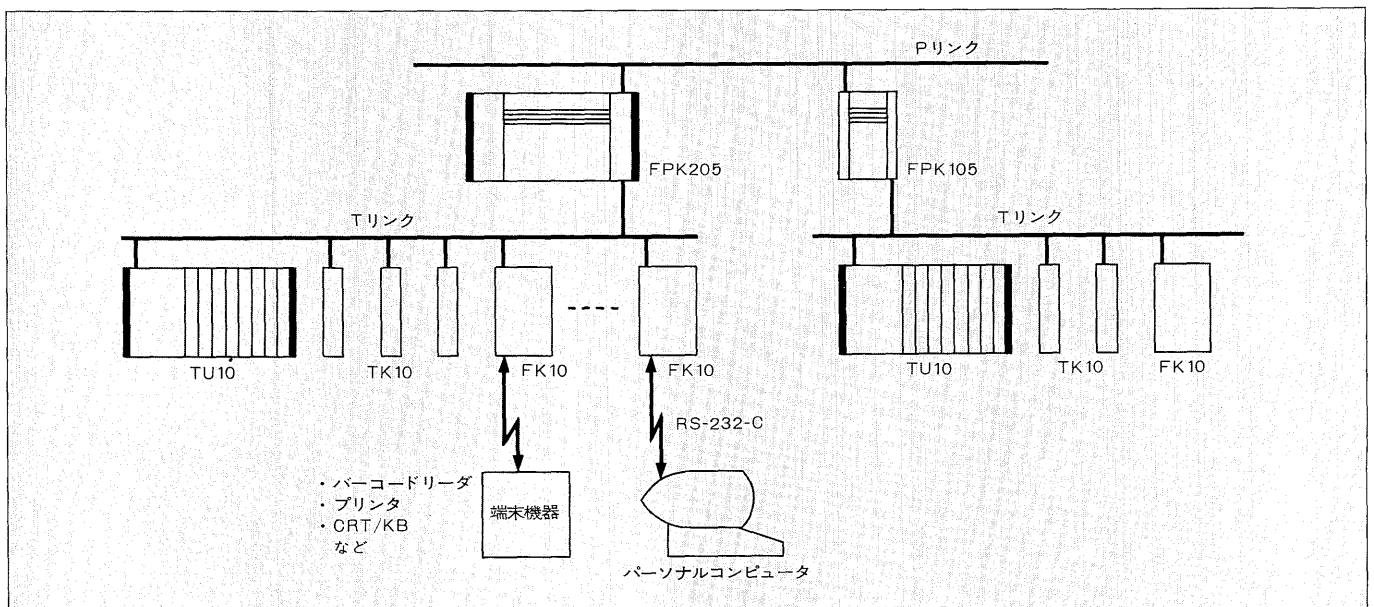
一般にPCの適用にあたって、機能(命令、タイマ、カウンタ、演算、保護、特殊機能)、メモリ(素子、容量)、CPU(素子、処理速度)、入出力の規模、プログラム(言語、サポート機器)などの仕様について検討を行うが、個々の機械制御のほかに装置間の関連性、設置場所、処理分担範囲、システム化の必要性なども考慮する。検討事項を整理すると以下のようなことがらが挙げられる。

- (1) 入出力の規模：点数、信号種類、使用電圧、リモート設置の要否、予備点数。
- (2) メモリ容量：プログラムメモリ、データファイルメモリ。
- (3) 命令：処理速度、四則演算、その他の高級演算の要否、データ処理の要否。
- (4) 通信機能：ネットワーク、コンピュータ通信、PC間通信。
- (5) マンマシンインタフェース：直接操作の有無。
- (6) 構造：取付、コンパクト性、保守性。
- (7) プログラミング：言語、サポート機器、開発性。

更にシステム化のためには、次のことがらへの配慮が重要である。

- (8) 分散機能：制御に必要なインテリジェンスは各機械に分散され、また機械の中においても要求される制御機能に応じてマイクロプロセッサ内蔵のコントローラが分散設置されるなど、機能的・場所的な分散が図られる。

図1 MICREX-Fシリーズのシステム構成



*情報処理事業部 応用技術部

- (9) トータル化：分散制御のための重要な機能として PC 間の情報伝達，データ一元性がある。PC-I/O 間，PC-PC 間に対線ケーブル，同軸ケーブルなど工用上優位な接続方法が使われる。
- (10) 拡張性：内容変更，規模の拡大に容易に対応できるハードウェアの拡張性とプログラム変更の取扱いやすさが必要である。

③ MICREX-F シリーズ

機械制御に必要な要件を満たす新しい PC MICREX-F シリーズは，発表後 2 年足らずであるが，この間，本来のシーケンス制御主体の PC としての用途以外に，さまざまな分野での適用が図られ，それに必要な機能，ハードウェアの充実もなされている。

MICREX-F シリーズの特徴は，フレキシブルにシステム構築できる多彩なコンポーネント，コンポーネント間を接続するネットワーク，幅広い応用分野に適したプログラ

ム言語とプログラミングツールにある。コンポーネントは，プロセッサと PIO に大別される各種機能ユニット (カプセル) 群で構成される。これらは個々に独立しており，単独で設置してもそれぞれ機能する。以下，構成ユニットの概要を紹介する。

3.1 プロセッサ (FPK, FPU)

MICREX-F シリーズのプロセッサは機能レベルによって，F100 シリーズと F200 シリーズに分けられる。更に，F100 シリーズは機構面からユニット形とカプセル形に分けられる。

3.2 PIO (TK, TU, FK)

PIO にはカプセル構造の独立形 PIO (TK, FK) と，ユニット実装形モジュール構造の PIO (TU) がある。

ディジタル入出力は従来カプセルに加えて，DI/DO 混成カプセル，点数 32 点実装ユニット用 DI/DO 各カード，周波数カウンタ，サイクリックカウンタ (30kHz)，カプセル

表 1 F シリーズの仕様

項 目		仕		様		
		FPK 100, FPU 100	FPK 105	FPK 200	FPK 205	
制 御 方 式		ストアードプログラム方式		ストアードプログラム方式		
制 御 機 能		サイクリック演算制御		サイクリック演算機能，定周期割込制御，プロセス割込制御		
命 命	言 語	制御用問題向き言語 (FPL)		制御用問題向き言語 (FPL)		
	種 類	基本命令 19 種，応用命令 44 種		基本命令 19 種，応用命令 90 種		
	演 算 速 度	シーケンス演算 1 μ s/命令		シーケンス演算 0.5 μ s/命令		
	数 値 演 算 デ ー タ 形 式	BCD8 けた		BCD8 けた，2 進 16/32 ビット		
メ モ リ	デ ー タ 部	IC-RAM		IC-RAM		
	プ ロ グ ラ ム 部	素 子	IC-RAM EP-ROM より任意に選択可	標 準 IC-RAM オ プ シ ョ ン EP-ROM		
		容 量	10.5k ステップ		標 準 16k ステップ 大 28k ステップ	
入 出 力 点 数	デ ィ ジ タ ル 入 出 力	512 点 (1,600 点まで拡張可能)		1,024 点 (3,200 点まで拡張可能)		
	ア ナ ログ 入 出 力	100 点		200 点		
内 部 リ レ ー デ ー タ メ モ リ	補 助 リ レ ー / S R	512 点		4,096 点		
	キ ー ブ リ レ ー / S R	512 点		1,024 点		
	微 分 リ レ ー	512 点		512 点		
	ス テ ッ プ コ ン ト ロ ー ル リ レ ー	100 (100 ステップ)		100 (100 ステップ)		
	特 殊 リ レ ー	480 点		800 点		
	タ イ マ	0.01 秒	128 点		256 点	
		0.1 秒	128 点		256 点	
	カ ウ ン タ	32 点		128 点		
	ワ ー ド メ モ リ	128 語		4k 語		
	フ ァ イ ル メ モ リ	128 語		4k 語		
	P リ ン ク リ レ ー	—		—		
	P リ ン ク メ モ リ	—		2k 語		
	T リ ン ク	リ ン ク 数	1		2	
接 続 カ プ セ ル 数		32		32 \times 2		
P リ ン ク	リ ン ク 数	—		1		

表2 FシリーズPIOの機種

プロセッサ名称	PIOタイプ		Tリンク接続用PIO		モジュール形
	カプセル形	ユニット形	カプセル形	ユニット形	
F100 シリーズ	FPU100		TK10 FK10	TU10	FPU100ユニット実装用 PIOモジュール(TU10の PIOモジュールと同一)
	FPK100 FPK105				---

F200 シリーズ	FPK200 FPK205				---

表3 ネットワークF-Netの仕様

	Tリンク	Pリンク
用途	プロセッサ-PIO間	プロセッサ間
伝送路形態	マルチドロップ方式 (光ループ構成)	マルチドロップ方式 (光ループ構成)
伝送路	ツイストペアケーブル (光ファイバ)	同軸ケーブル (光ファイバ)
データ交換方式	1:Nポーリング セレクトイング方式	N:Nトークンバス方式 メモリフレッシュ方式
伝送速度	500kビット/秒	5Mビット/秒
伝送距離	総長1km (光コンバータ間1km)	総長250m (光コンバータ間1km)
接続台数	最大35台	最大16台

など多彩なニーズに対応できるよう種類の拡充が図られている。

3.3 F-Net

F-Netにはプロセッサ間通信を主目的とするPリンクと、プロセッサ-PIO間通信を主目的とするTリンクがある。PリンクはN:N(トークンバス)方式、5Mビット/秒の高速伝送を行い、ブロードキャスト通信によりPリンクメモリを共通メモリとして使用することで、他プロセッサのデータを共有することができる。

TリンクによりTカプセル、Fカプセル単位のリモートI/Oが実現できる。

これらのリンクではデータの伝送はハードウェア、ファームウェアによって自動的に、プロセッサ部とは独立して行われるので、プロセッサ部のアプリケーションプログラムでは伝送を意識することなく使用することができる。

4 ファンクションカプセル

TリンクインタフェースをもつPIOで、インテリジェント化された機能カプセルをファンクションカプセル(FK)と称する。用途ごとに要求される特別な機能を、プロセッサ部に負担させることなく独立に処理できる高機能PIOである。自己診断機能も備えている。

位置決め、パーソナルコンピュータインタフェース、PIO制御、タイマ外部設定などのカプセルがあり、各カプセルにはそれぞれマイクロプロセッサ、メモリ、PIOを内蔵し、必要情報はTリンクを通してプロセッサカプセルと

の高速伝送により受け渡しされる。

4.1 位置決めカプセル

部品加工や組立・搬送を含む自動化システムでは、位置決めを主体とした制御が多く、本カプセルと各種のサーボ制御駆動装置を組み合わせる使用することにより、多種多様な産業機械の位置決め制御を行うことができる。

(1) 特長

- (a) 1ユニットで2軸制御

独立2軸制御、同時2軸(補間)制御が可能。

- (b) バックラッシュ補正機能付

- (c) パラメータ、位置決めデータのバックアップ

EEPROMの採用。

- (d) パルス列出力

DCサーボモータ、ACサーボモータ、ステッピングモータなどのドライブユニットに使用可能。

(2) 性能仕様

性能仕様一覧を表4に示す。

(3) ティーチングローダ

位置決めデータ、パラメータの設定やオフラインモードでの手動運転は専用のティーチングローダを使用する。

ティーチングローダは、20けた×4行の液晶表示部とフラットキー操作部から成る。オンラインモードでは制御中

図2 位置決め制御のシステム構成

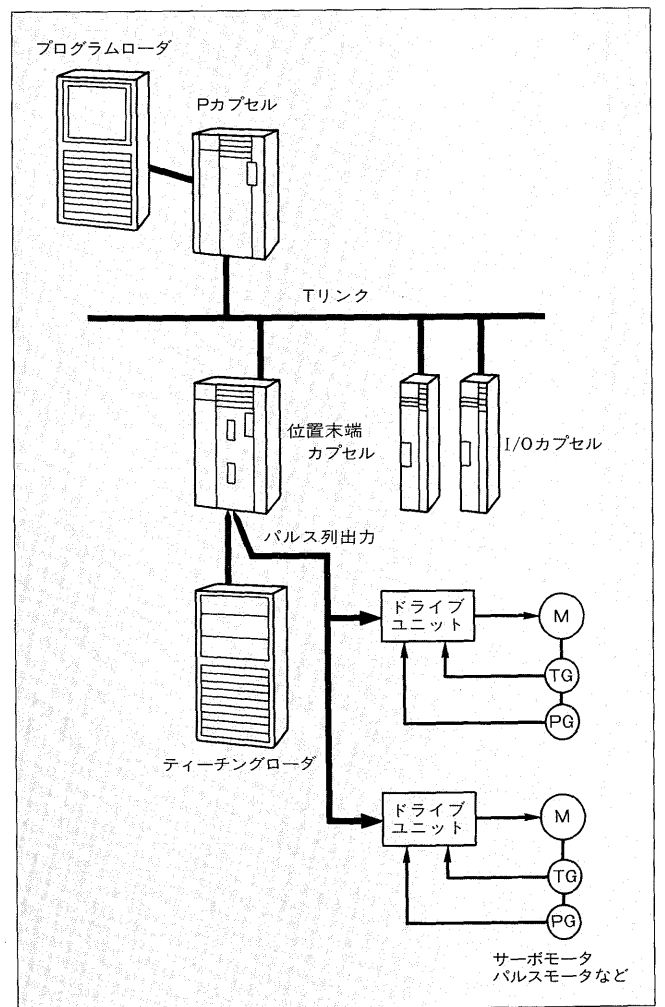


表4 性能仕様

項目	仕様		
制御軸数	2軸(同時2軸, 独立2軸)		
最大指令値	±999,999パルス 符号+10進6けた		
最大指令周波数	100kHz		
速度設定	最高送り速度の0.01%~99.99% 0.01%刻み		
加減速特性	直線/指数関数加減速		
補間機能	直線補間機能付(同時2軸時)		
位置決めデータ容量	各軸400ステップ(0~399)		
設定方法	ティーチングローダからインプット		
設定データ	パラメータ	位置決めデータ	その他
	加減速時間 0.02~99.99s バックラッシュ補正 0~255パルス 原点シフトパルス 1~100,000パルス ±方向動作範囲 符号+10進6けた 最高送り速度 手動運転速度など	各軸ステップNo. 0~399 位置データ 符号+10進6けた 送り速度 0.01~99.99% ドウェルタイム 0~99.99s アブソリュート/インクリメンタル 切換可	原点復帰 浮動原点セット 現在位置クリア
入力信号	ホトカブラ絶縁DC24V/10mA 6点 原点LS, マーカ, ストップなど		
出力信号	ホトカブラ絶縁DC24V/10mA 8点 オープンコレクタ 正, 逆転パルス 符号+指令パルス		
データバックアップ	EEPROMパラメータ及び位置決めデータ		
自己診断	ウォッチドッグタイマ		

表5 伝送仕様

項目	BSC手順	無手順
適用回線	特定通信回線	
回線数	1回線	
通信方式	半二重通信方式	
伝送手順	BSC手順(コンテンツン方式)	無手順
同期方式	同期文字SYNによる独立同期方式	調歩同期式
伝送速度	1,200, 2,400, 4,800, 9,600(ビット/秒)	300, 600, 1,200, 2,400, 4,800, 9,600(ビット/秒)
応答方式	ACK0/ACK1及びNAKによる交互応答	
伝送制御コード	EBCDIC 8単位	
誤り制御	CRC 16— $G(X) = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$	
ビット送出順位	低位ビットから送出, ただしCRCは高位計数ビットから送出	
メッセージ長	可変長, シングルTEXTのみ	固定長又は可変長 (max 216/バイト)

の現在値, ステップ No., ステータスをモニタすることができる。

4.2 パーソナルコンピュータフェースカプセル

RS-232-C インタフェースはコンピュータ, パーソナルコンピュータをはじめ, バーコードリーダ, ディスプレイ装置, プリンタなどの汎用端末機器やロボット, NCマシンなど電子制御機器の伝送インタフェースとして非常に多く使用されている。これらの機器と MICREX-F とを接続

し, 信号伝達・情報交換することで, より一層高効率で高性能な制御システムを構築することができる。本カプセルを接続機器近傍に設置することで, 高速のデータ通信が容易に可能となる。データ交換はプロセッサ部に設けられた送信リレー, 受信リレーをアプリケーションプログラムで制御するだけでよく, 通信手順を意識しないでよい。

本カプセルは, ①独立同期式 BSC コンテンション手順方式 ②調歩同期式無手順方式の2方式が用意されており, 組み込まれる ROM カセットの指定により選択できる。表5に両方式の伝送仕様を示す。

5 あとがき

今日のマイクロエレクトロニクス技術の進歩はめざましく, コンピュータや PC には新技術が大いに活用され, 新製品に適用されている。機械制御技術など PC のニーズの面から新技術・新機能の開発は更に進められねばならないであろう。MICREX-F は汎用 PC として機能の充実, バリエーションの拡充などを今後とも推進し, 需要家の幅広い用途への適用にこたえていく所存である。

参考文献

- (1) 汎用プログラマブルコントローラ特集, 富士時報 58, 2 (1985)
- (2) '86年版プログラマブル・コントローラ・ハイライト, 省力と自動化, pp.77~99 (1986-4)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。